

INFORME SOBRE LOS RESULTADOS DE LA EXPLORACIÓN CON GPR

DE LA AVENIDA GIORGETA, EN VALENCIA

EUETIB (UPC) / CEIB

Índice

1.-	Contexto	1
2.-	Planteamiento y realización de los trabajos	1
3.-	Equipos utilizados	1
4.-	Alcance de la técnica de radar de subsuelo	2
5.-	Registros obtenidos	4
6.-	Resultados en el perfil 16	5
7.-	Resultados en el perfil 17	6
8.-	Resultados en el perfil 18	7
9.-	Resultados en el perfil 19	8
10.-	Resultados en el perfil 13	9
11.-	Resultados en el perfil 14	9
12.-	Resultados en el perfil 15	10
13.-	Conclusiones	11

1.- Contexto

El estudio de la Avenida Giorgeta (Valencia) tiene como principal objetivo detectar la existencia de posibles huecos de gran tamaño por debajo del pavimento.

La adquisición de datos ha sido realizada por el equipo técnico de AIDICO en febrero de 2011. El grupo para ensayos no destructivos de la Escuela de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (Universidad Politécnica de Cataluña y Consorcio de la Escuela Industrial de Barcelona) ha procedido al tratamiento de las señales, a la interpretación de los registros y a la elaboración del presente informe.

Se ha utilizado para la adquisición de datos un equipo de radar de subsuelo SIR 3000 de Geophysical Survey Systems Inc., que permite obtener información del interior de medios de forma indirecta y no destructiva mediante ondas electromagnéticas.

El tramo estudiado se muestra en la figura 1.



Figura 1. Tramo de la avenida Giorgeta estudiado con radar de subsuelo (en rojo).

2.- Planteamiento y realización de los trabajos

Se han realizado 7 perfiles (13, 14, 15, 16, 17, 18, 19). Cuatro de ellos (del 16 al 19, ambos incluidos) por el lado oeste de la calzada y en dirección NW-SE. Tres de los perfiles (13, 14 y 15) por el lado este de la calzada y en sentido contrario, SE-NW. El perfil 16 (figura 4) se inicia en la intersección de la avenida Pérez Galdós con la avenida Giorgeta y la calle Martínez Aloy, y tiene 161.7 m. El perfil 17 (figura 5) se inicia en la intersección con la calle de Quevedo y tiene una longitud de 157.5 m. El perfil 18 (figura 6) se inicia en la intersección con la calle de Albacete y tiene una longitud de 207.6 m. El perfil 19 (figura 7) tiene su origen justo antes de la intersección con la calle Roig de Corella y tiene una longitud de 108.7 m, finalizando justo antes de la intersección con la calle Jerónimo Muñoz. En sentido contrario, el perfil 13 se inicia entre las calles Jerónimo Muñoz y Roig de Corella, en frente de número 39 de la avenida Giorgeta; tiene una longitud de 237 m. El perfil 14, de 165 m de longitud, tiene su inicio antes de la intersección con la calle de Albacete, finalizando justo antes de la intersección con las calles de Quevedo y del Maestro Sosa. El perfil 15, de 181.9 m, tiene su inicio a continuación del perfil 14 y llega hasta la confluencia de la calle Martínez Aloy.

3.- Equipos utilizados

La instrumentación empleada para los trabajos de adquisición de datos con radar de subsuelo ha sido:

- Un radar de subsuelo SIR 3000 de GSSI.
- Una antena apantallada de frecuencia central 270 MHz.
- Un carro portador de la antena, equipado con un odómetro.

Parámetros para la adquisición de datos:

- Ventana temporal: 100 ns
- Número de muestras por traza: 512
- Número de trazas cada metro: 120
- Función de amplificación (ganancia): lineal con extremos en -20 y en +53 dB
- Profundidad estimada para una permitividad dieléctrica relativa de 7: 5.7 m

El procesado de los registros, previo a la interpretación se ha realizado utilizando los programas:

- ReflexW
- Radview
- RADAN
- Ordenadores personales como soporte informático.

4.- Alcance de la técnica de radar de subsuelo

El radar de subsuelo es un método de prospección geofísica que permite un estudio no destructivo del interior de medios (subsuelo, obra...). El funcionamiento de este método está basado en los fenómenos de propagación de señales electromagnéticas en medios materiales. El equipo emite pulsos electromagnéticos de muy corta duración (de entre 1 y 60 ns) en la banda de frecuencias VHF/UHF (de entre 20 MHz y 2000 MHz), que se repiten con una frecuencia de 50 kHz. Estos pulsos se agrupan en paquetes de ondas compuestos por 1.000-15.000 de ellos. Como resultado de esta emisión, la antena genera una onda electromagnética formada por tres semiperiodos. Esta onda se propaga por el interior del medio que se desea analizar a una velocidad que depende principalmente de las propiedades electromagnéticas de los materiales que lo componen (conductividad eléctrica, permitividad dieléctrica y permeabilidad magnética). La velocidad se puede calcular de forma sencilla en los casos en los que es posible una aproximación de pequeñas pérdidas. Esto ocurre cuando los medios por los que se propaga la señal son dieléctricos casi perfectos. Bajo estas condiciones, la velocidad se puede estimar utilizando una ecuación que depende únicamente de la velocidad de la luz en el vacío ($c = 30 \text{ cm/ns}$) y de la permitividad dieléctrica relativa del medio (ϵ_r):

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

Cuando las señales inciden en una interfaz que separa dos zonas caracterizadas por constantes dieléctricas diferentes se produce la reflexión de parte de la energía incidente. Esta energía regresa hacia la superficie del medio y es captada por la antena receptora situada sobre esa superficie. Parte de la energía se refracta en la discontinuidad y continúa propagándose hacia el interior del medio. La figura 2 muestra esquemáticamente cómo se produce la emisión, propagación, reflexión y registro posterior de la energía, junto con el radargrama que se obtiene tras este proceso. El resultado es una imagen en la que se recogen las reflexiones producidas en las discontinuidades entre zonas que presentan diferentes parámetros electromagnéticos. El valor de estos parámetros suele estar relacionado con variaciones de las propiedades físicas de los materiales. Es decir, las discontinuidades electromagnéticas pueden corresponderse, por ejemplo, con cambios de estrato geológico, con la presencia de oquedades, con la existencia de objetos embebidos en el medio, o con zonas que presentan variaciones en su contenido de agua.

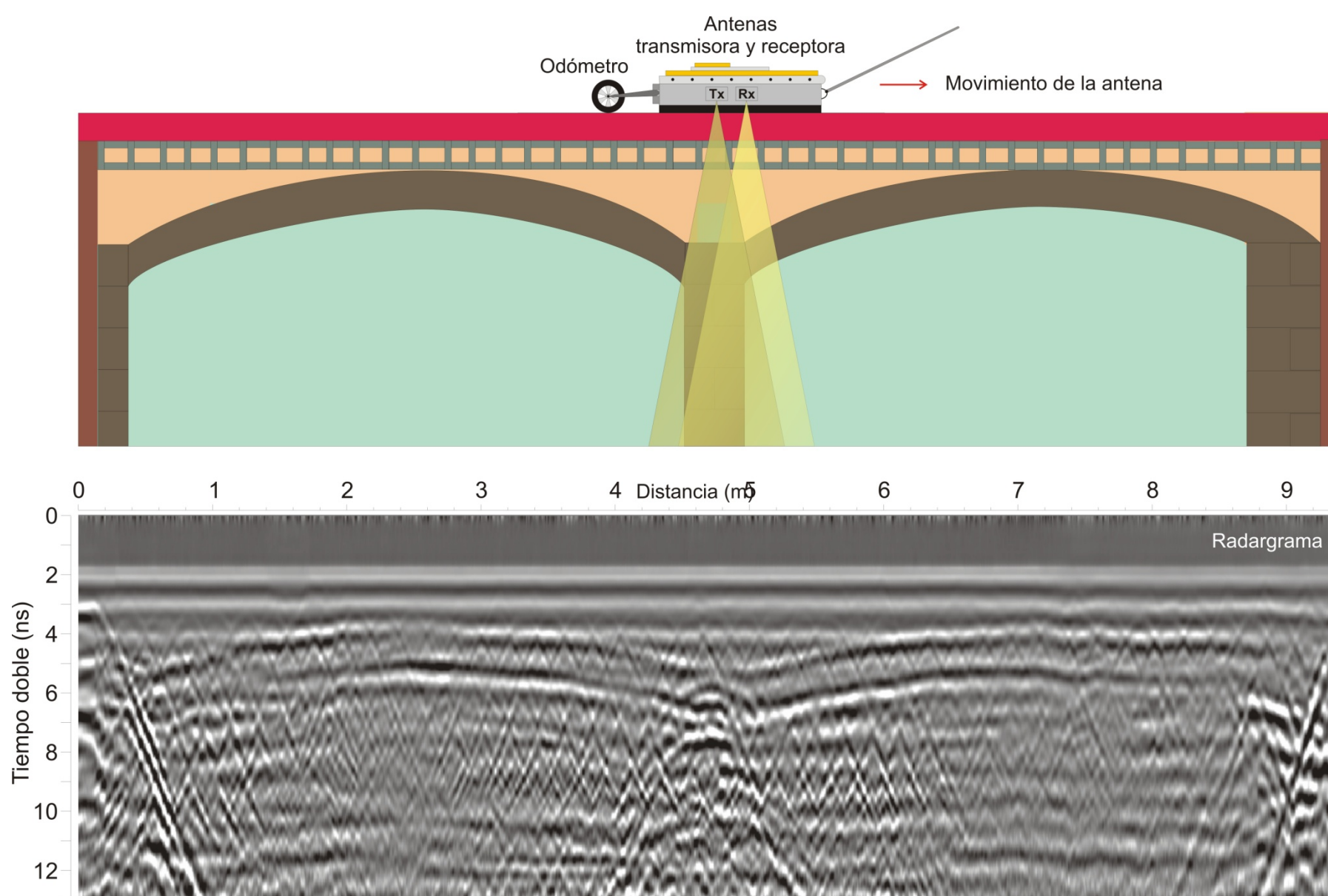


Figura 2. Proceso de adquisición de datos. El resultado es un radargrama que contiene las reflexiones que se han producido en las diversas discontinuidades del medio.

La antena receptora incorpora un circuito electrónico, “demodulador”, conectado al circuito electrónico de amplificación y recepción; una vez que las reflexiones la alcanzan, este circuito convierte el pulso electromagnético de alta frecuencia en otro de banda de audiofrecuencia que es enviado a través de un cable coaxial altamente apantallado a la unidad central, donde la señal es reconstruida, procesada y almacenada, obteniéndose como resultado final el radargrama o registro de datos del radar.

La unidad central está conectada a las antenas y a un sistema de almacenamiento masivo de datos provisto de una pantalla de visualización en tiempo real donde se reproduce la señal que se va recibiendo.

Cada señal o grupo de señales que se reciben se registran como una traza. El operario puede definir el número de señales emitidas cada intervalo de distancia o cada intervalo de tiempo. La posibilidad de emitir un elevado número de estas señales cada metro permite que, al mover la antena sobre la superficie del terreno o de la estructura, se obtenga un registro continuo que refleja la estratigrafía y/o la existencia de anomalías en el subsuelo o en el interior de la estructura explorada. Las trazas son señales que muestran la amplitud de la onda en función del tiempo de propagación (o profundidad si se conoce la velocidad de la onda en el medio) hasta un tiempo máximo limitado por la ventana temporal seleccionada. El conjunto de trazas consecutivas proporciona el registro continuo. Este registro es un diagrama bidimensional que tiene como eje horizontal la distancia sobre la superficie del medio (posición de la traza recibida) y como eje vertical el tiempo doble de propagación de la onda (o la profundidad si se conoce la velocidad de la señal). Puede presentarse como un apilamiento de amplitudes, pero, para obtener una mejor visualización de las anomalías se suele asignar un color de una determinada escala a cada rango de amplitud. De este modo se obtienen unos pseudoperfiles en escala de colores. La figura 3 esquematiza esta asociación de los rangos de amplitudes con colores de una escala determinada.

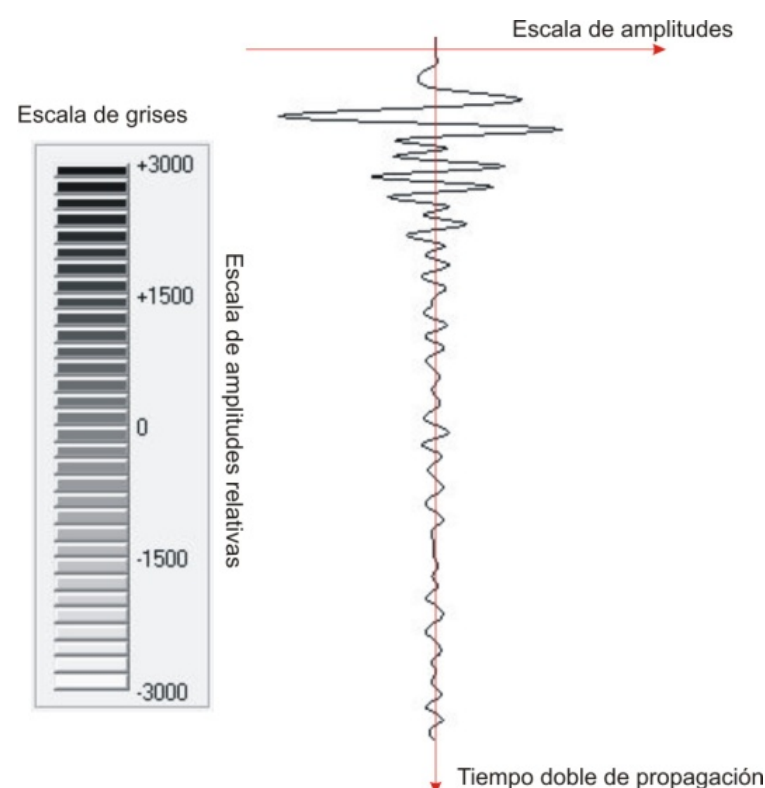


Figura 3. Las amplitudes de las trazas se transforman según una escala de colores para su visualización.

Cuando la señal se recibe en la consola de control, ésta le aplica una ventana de amplitudes, cuyo tamaño y colorido decide el operador. Las amplitudes mayores al valor de la ventana establecida aparecen en la pantalla. El resultado es un registro denominado radargrama, en el que el eje de abscisas corresponde al desplazamiento de la antena sobre el terreno o estructura (movimiento lateral), y el eje de ordenadas refleja el tiempo invertido por el pulso en recorrer el camino antena-reflector-antena, también llamado tiempo doble de reflexión, normalmente medido en nanosegundos.

Si se determina la velocidad de propagación de la onda en el medio investigado, o bien su constante dieléctrica relativa, es posible convertir la escala vertical de tiempos en una escala de profundidad.

Alcance:

El radar de subsuelo permite obtener imágenes del interior de un medio relacionadas con cambios en los parámetros electromagnéticos. De este modo, puede servir para localizar oquedades ya que la permitividad dieléctrica del aire es próxima a la unidad, mientras que la de un suelo arcilloso con un cierto contenido de agua (por ejemplo), puede ser próxima a 16. El contraste entre estos dos valores es suficientemente importante como para producir una reflexión cuya amplitud resulta claramente visible si la energía que ha alcanzado la discontinuidad está por encima de lo que sería el ruido de fondo. También es un método útil para localizar el nivel freático en un suelo debido al importante contraste entre permitividades dieléctricas relativas que se produce entre el suelo saturado y el suelo no saturado. Este método de prospección también permite localizar elementos embebidos en el interior de un medio siempre que las propiedades electromagnéticas de los objetos embebidos difieran suficiente de las propiedades del medio.

La profundidad que se puede alcanzar depende principalmente del rango de frecuencias de la señal emitida, de los parámetros electromagnéticos del medio y de la heterogeneidad del medio estudiado.

Limitaciones:

El adecuado funcionamiento del GPR para cada estudio depende de la transparencia de los materiales del medio al paso de las ondas electromagnéticas en el rango de frecuencias para el que trabaja la antena utilizada. Los medios no dieléctricos o conductores son parcialmente opacos a la señal de radar, limitándose la profundidad que se puede alcanzar. Si la conductividad del medio se incrementa debido a la presencia de arcillas conductoras, agua salobre o minerales metálicos (por ejemplo), la penetración disminuye, pudiendo llegar al caso de tener un medio totalmente opaco a la radiación de la antena. Este es el caso de plataformas metálicas, por ejemplo.

Otra limitación es debida a que la reflexión de la señal sólo se produce en las superficies de contacto que separan medios con propiedades electromagnéticas diferentes. Puede darse el caso de dos medios distintos que presenten constantes dieléctricas iguales o muy parecidas. En estas situaciones no se produce reflexión en la superficie que separa estos medios (o bien la amplitud de la señal que